

EVALUASI KAPASITAS KOLOM BETON BERTULANG YANG DIPERKUAT DENGAN METODE CONCRETE JACKETING

Jenefer Teofany Kaontole

M. D. J. Sumajouw, R. S. Windah

Universitas Sam Ratulangi Fakultas Teknik Jurusan Sipil Manado

Email: jkaontole@yahoo.co.id

ABSTRAK

Komponen beton bertulang dapat mengalami kegagalan fungsi dimana struktur tersebut tidak mampu lagi menahan beban yang bekerja disebabkan karena adanya kerusakan pada beton sehingga diperlukan adanya sistem perkuatan pada beton tersebut. Concrete Jacketing adalah salah satu sistem perkuatan atau perbaikan beton dengan cara menyelimuti beton yang telah ada dengan beton tambahan.

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan seberapa besar Kapasitas Kolom Beton Bertulang yang diperkuat dengan metode Concrete Jacketing. Pada penelitian ini perawatan dilakukan selama 28 hari dengan menggunakan 2 benda uji berupa Kolom Bulat dengan ukuran 10/35 cm dengan jumlah benda uji sebanyak 16 buah dan 10/50 cm dengan jumlah benda uji sebanyak 4 buah. Tulangan longitudinal yang digunakan berdiameter 10 mm dan diameter tulangan sengkang 6 mm.

Hasil Pengujian menyatakan bahwa metode Concrete Jacketing berpengaruh terhadap Kapasitas Kolom beton bertulang dalam menerima beban. Hal ini dapat dilihat dari Hasil Pengujian untuk Benda Uji Kolom dengan dimensi berbeda sebelum dan setelah menggunakan concrete jacketing mengalami peningkatan yang cukup signifikan.

Kata Kunci : Perkuatan beton bertulang, Concrete Jacketing, Kapasitas Kolom

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Struktur beton bertulang banyak digunakan pada berbagai konstruksi bangunan, yang terdiri dari gabungan bahan jenis beton dan baja tulangan. Seiring dengan kemajuan infrastruktur bangunan dan keinginan manusia untuk mendapat sesuatu yang lebih baik, memicu manusia untuk mencari lewat pengadaan eksperimen-eksperimen maupun teoritis untuk mendapatkan hasil yang dapat memenuhi kebutuhan pembangunan, salah satu komponen yang berperan penting pada konstruksi bangunan adalah beton. Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur. Selain karena kemudahan dalam mendapatkan material penyusunnya, hal itu juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah penyediaan lapangan kerja. Selain dua kinerja utama yang telah disebutkan di atas, yaitu kekuatan tekan yang tinggi dan kemudahan pengerjaannya, kelangsungan proses pengadaan beton pada proses produksinya juga menjadi salah satu hal yang dipertimbangkan.

Beton yang telah dibuat dan menjadi sebuah struktur, harus dirawat selama usia strukturnya. Tindakan perawatan ini dimaksudkan untuk menjamin tercapainya usia ekonomi struktur tersebut. Keawetan struktur beton selama masa pelaksanaan masih tetap memerlukan jaminan pengawasan pelaksanaannya, agar beton tidak menimbulkan kerusakan pada kondisi normal selama umur rencana. Namun, kadangkala beton dapat rusak selama masa umur rencananya.

Komponen beton bertulang dapat mengalami suatu kegagalan fungsi dimana struktur tersebut tidak mampu lagi menahan beban yang bekerja disebabkan karena kejadian alam, misalnya gempa bumi. Dampak dari kejadian alam tersebut bervariasi dari kategori rusak ringan, sedang, berat dan runtuh. Dengan kerusakan tersebut maka perlu upaya perbaikan struktur beton bertulang tersebut dengan metode perbaikan yang baik dan mudah dikerjakan dilapangan

Dengan semakin banyaknya struktur beton yang mengalami kerusakan pada masa layannya maka diperlukan pengetahuan mengenai teknologi perkuatan struktur yang tepat guna. Teknik perkuatan struktur beton

semakin berkembang pesat seiring dengan kemajuan jaman, tidak hanya material yang digunakan namun perkuatan struktur pun mengalami berbagai macam perkembangan yang luar biasa terutama dalam hal inovasi baru, yang sebelumnya tidak terpikirkan oleh kita. Salah satu dari sekian metode perkuatan struktur adalah perkuatan dengan Metode *concrete Jacketing*.

Tujuan Penelitian

Adapun beberapa Tujuan dari Penelitian ini adalah :

- Untuk Mengetahui pengaruh metode *Concrete Jacketing* terhadap Kapasitas Kolom Beton Bertulang

Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat bagi perkembangan teknologi beton, antara lain sebagai berikut :

- Memberikan informasi tentang *Concrete Jacketing* sebagai salah satu metode perkuatan struktur pada Kolom Beton Bertulang.
- Hasil penelitian ini akan menjadi sumber informasi tentang pembuatan Kolom beton bertulang yang diperbesar penampangnya dengan cara menyelimuti dengan beton tambahan.

LANDASAN TEORI

Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (*frame*) struktural yang memikul beban dari balok. Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi. Karena kolom merupakan komponen tekan, maka keruntuhan pada satu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan *collapse* (runtuh) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh batas total (*ultimit total collapse*) seluruh strukturnya.

Keruntuhan kolom struktural merupakan hal yang sangat berarti ditinjau dari segi ekonomis maupun segi manusiawi. Oleh karena itu, dalam merencanakan kolom perlu lebih waspada, yaitu dengan memberikan kekuatan cadangan yang lebih tinggi daripada yang dilakukan pada balok dan elemen struktural horizontal lainnya, terlebih lagi karena

keruntuhan tekan tidak memberikan peringatan awal yang cukup jelas.

Kolom bersengkang merupakan jenis yang paling banyak digunakan karena murah harganya pembuatannya. Sekalipun demikian, kolom segiempat maupun bundar dengan tulangan berbentuk spiral kadang-kadang digunakan juga, terutama apabila diperlukan daktilitas kolom yang cukup tinggi seperti pada daerah-daerah gempa. Kemampuan kolom berspiral untuk menahan beban maksimum pada deformasi besar mencegah terjadinya *collapse* pada struktur secara keseluruhan sebelum terjadinya redistribusi total momen dan tegangan selesai.

Kekuatan Kolom Yang Dibebeani Eksentris

Analisa beban, dilakukan untuk mengetahui seberapa besar beban aksial maksimum dan beban lateral maksimum yang mampu diterima oleh sampel uji kolom hingga mengalami kegagalan.

Rumus yang digunakan untuk perhitungan beban aksial Untuk kolom bulat dari beton bertulang

$$P_{n_{maks}} = 0,8 \phi [0,85 f_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$

Rumus yang digunakan untuk perhitungan beban lateral adalah :

Untuk kolom bulat dari beton bertulang :

$$P_{n_{maks}} = 0,85 \phi f_c b a + A_s f_s - A_s f_s$$

Sistem Perkuatan dan Perbaikan Struktur pada Kolom

Pada umumnya bangunan gedung direncanakan dapat berfungsi selama masa layan tertentu. Namun selama masa layannya, bangunan rentan terhadap kerusakan akibat berbagai hal. Setiap kerusakan diusahakan dapat dideteksi sedini mungkin, sebab satu kerusakan dapat merembet, memicu dan memperparah kerusakan lainnya.

Triwiyono (2005) menyatakan bahwa perbaikan atau perkuatan struktur atau elemen-elemen struktur diperlukan apabila terjadi degradasi bahan yang berakibat tidak terpenuhi lagi persyaratan-persyaratan yang bersifat teknik yaitu : kekuatan (*strength*), kekakuan (*stiffness*), stabilitas (*stability*) dan ketahanan terhadap kondisi lingkungan (*durability*). Tidak terpenuhinya persyaratan-persyaratan tersebut tidak hanya disebabkan karena kerusakan saja akan tetapi perubahan peraturan (*code*) dengan persyaratan yang lebih ketat, mungkin saja struktur yang sebelumnya dianggap memenuhi

persyaratan, menjadi tidak lagi, sehingga diperlukan tindakan perkuatan.

Ada dua jenis perbaikan yang dapat dilakukan dalam pekerjaan *retrofitting* yaitu *repairing* dan *strengthening*. Istilah *repairing* diterapkan pada bangunan yang sudah rusak, dimana telah terjadi penurunan kekuatan, untuk dikembalikan seperti semula. Sedangkan *strengthening* adalah suatu tindakan modifikasi struktur, mungkin belum terjadi kerusakan, dengan tujuan untuk menaikkan kekuatan atau kemampuan bangunan untuk memikul beban-beban yang lebih besar akibat perubahan fungsi bangunan dan stabilitas.

Adanya Perkuatan kolom beton adalah tindakan untuk mengantisipasi kolom dari kerusakan yang dapat terjadi, misalnya kerusakan akibat pengaruh lingkungan yang disebabkan karena cuaca dan suhu, kesalahan dalam perencanaan, adanya perubahan fungsi bangunan dari rencana semula (disain) dan akibat beban yang berlebihan dari kapasitas yang direncanakan serta akibat beban sementara seperti gempa, beban hidup yang besar yang tidak terduga, dan lain sebagainya.

Perkuatan kolom dilakukan dengan tujuan antara lain:

1. Meningkatkan kapasitas beban hidup yang dapat ditanggung oleh kolom.
2. Menambah perkuatan pada kolom untuk mengatasi kesalahan perencanaan maupun konstruksi.
3. Meningkatkan ketahanan kolom bangunan terhadap gaya gempa yang akan terjadi dilihat dari tingkat kepentingan bangunan, lokasi bangunan, dan lain sebagainya.
4. Menambah atau menggantikan penulangan yang berkurang akibat kerusakan karena tumbukan atau korosi.

Perkuatan struktur diperlukan apabila kerusakan yang terjadi menyebabkan degradasi terhadap hal-hal berikut ini: Kekuatan, kekakuan, stabilitas, ketahanan terhadap kinerja tertentu, dan fungsi struktur. Tahapan kegiatan dalam melakukan perbaikan dan perkuatan terhadap struktur beton bertulang, diantaranya kajian kerusakan, struktural, ekonomi dan kajian lainnya.

Dalam kajian kerusakan diperlukan langkah-langkah yang mesti dilakukan:

1. Pengamatan Lapangan, yang dilakukan di lokasi bangunan untuk mendapatkan informasi aktual mengenai: lokasi kerusakan

pada struktur, jenis kerusakan, kondisi beton dan baja/tulangan.

2. Informasi dan catatan mengenai struktur, sangat diperlukan dalam hal perbaikan/perkuatan struktur, kondisi yang akurat mengenai struktur bangunan yang diperoleh dari gambar pelaksanaan (*as built drawing*) serta dokumen/catatan yang dibuat semasa pelaksanaan pembangunan maupun masa pemeliharaan.
3. Pengujian struktur, dilakukan untuk memperoleh informasi lebih jelas mengenai tingkat kerusakan dan kondisi struktur, dilakukan beberapa pengujian terhadap elemen beton bertulang yang rusak maupun terhadap struktur secara keseluruhan. Pengujian yang dilakukan dapat berupa pengujian merusak (*destructive testing*) atau pengujian tak merusak (*Non destructive testing*), adapun informasi yang diperoleh melalui pengujian ini diantaranya: lebar dan kedalaman retak, kondisi beton, potensi korosi baja, kuat tekan beton, modulus elastisitas beton, daya dukung struktur.
4. Diagnosa penyebab kerusakan, penyebab kerusakan harus dapat dinyatakan secara jelas sebelum dilakukan kajian lanjut mengenai upaya perbaikan/perkuatan yang akan dilakukan. Diagnosa yang kurang tepat mengenai penyebab kerusakan akan mengurangi efektifitas upaya perbaikan bahkan memperburuk kondisi struktur.

Pemilihan Bahan Perbaikan dan Perkuatan

Setelah melakukan kajian mendalam dan mengetahui jenis perkuatan yang dibutuhkan dan dimungkinkan struktur dapat diperkuat, maka langkah selanjutnya adalah pemilihan metoda perbaikan untuk masing-masing elemen struktur. Didalam pemilihan ini juga terkait pemilihan bahan agar diperoleh hasil perbaikan yang kekuatannya sesuai dengan yang diinginkan dan tahan lama. Secara umum persyaratan bahan untuk perbaikan/perkuatan adalah :

1. Susut kecil.
2. Melekat secara baik.
3. Muaihan dan modulus elastisitas tidak jauh dengan bahan yang diperbaiki.
4. Permeabilitas rendah.
5. Tahan lama.

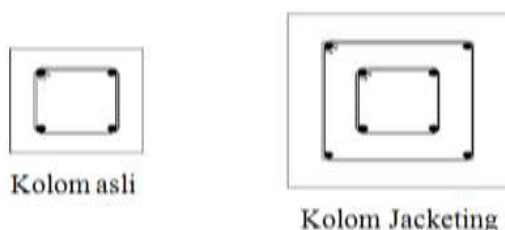
Sistem Perkuatan *Concrete Jacketing*

Konsep dasar metode ini adalah pembesaran dimensi dan penambahan tulangan pada elemen struktur untuk meningkatkan

kinerja elemen tersebut. Pembesaran tersebut dilakukan dengan *Jacketing*. *Jacketing* dari bahan beton telah terbukti sebagai solusi perkuatan yang efektif untuk meningkatkan kinerja seismik kolom. Teknik perkuatan struktur ini digunakan pada kolom bangunan yang bertujuan untuk memperbesar penampang kolom, maka penampang kolom menjadi besar dari pada sebelumnya sehingga kekuatan geser beton menjadi meningkat. Keuntungan utama dari metode ini adalah memberikan peningkatan dan pertambahan batas daripada kekuatan dan duktilitas beton, dan keuntungan kedua, bahwasannya *jacket* dalam melindungi dari kerusakan *fragment* dan struktur yang diperbaiki memiliki kemampuan dalam menerima beban, karena *jacket* dapat mengurangi kegagalan geser langsung (*direct shear*), namun dapat juga menyediakan peningkatan kapasitas struktur itu sendiri.

Agar perkuatan *concrete jacketing* ini dapat bekerja secara maksimal, maka ada beberapa spesifikasi minimum yang harus dipenuhi. Menurut dokumen CED 39 (7428), spesifikasi minimum yang harus dipenuhi antara lain :

- Mutu beton pembungkus yang harus lebih besar atau sama dari mutu beton *existing*.
- Untuk kolom yang tulangan longitudinal tambahan tidak dibutuhkan, minimum harus diberikan tulangan $\emptyset 12$ mm di keempat ujungnya dengan sengkang $\emptyset 8$ mm.
- Minimum tebal *jacketing* 100 mm
- Diameter tulangan sengkang minimum $\emptyset 8$ mm tidak boleh kurang $1/3 \emptyset$ tulangan longitudinal.
- Jarak maksimal tulangan sengkang pada daerah $1/4$ bentang adalah 100 mm, dan jarak vertikal antar tulangan sengkang tidak boleh melebihi 100 mm.



Gambar 1. Tampak atas Kolom dengan perkuatan Concrete Jacketing

Metode *concrete jacketing* memiliki kelebihan dan kekurangan, adapun sebagai berikut :

- Kelebihan
 - Mampu meningkatkan daktilitas struktur dan kekuatan struktur (kapasitas aksial, kapasitas lentur, dan kemampuan geser).
 - Mampu menambah kekakuan struktur.
 - Mampu meningkatkan stabilitas Struktur.
 - Biaya lebih ekonomis dibandingkan metode perkuatan lainnya.
- Kekurangan
 - Ukuran kolom setelah dipasang perkuatan akan menjadi lebih besar sehingga akan mengurangi ruang kosong yang ada.
 - Jika penempatan *concrete jacketing* ini tidak diperhatikan dengan baik maka dapat menyebabkan kekakuan yang tidak merata.
 - Kemampuan kapasitas dari concrete jacketing lebih rendah dibandingkan perkuatan dengan steel jacketing, CFRP, GFRP, AFRP.

PELAKSANAAN PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini diawali dengan studi pustaka, dilanjutkan dengan penelitian yang dilaksanakan di laboratorium Struktur dan Material Bangunan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Pembuatan benda uji pada masing-masing perlakuan seperti pada tabel berikut:

Tabel 1 Perlakuan Pada Benda Uji

Benda Uji	Silinder 10/35				Silinder 10/50
	Tebal Jacketing	2,5 cm	2,5 cm	2,5 cm	2,5 cm
Jumlah Benda Uji	16				4

Secara umum pelaksanaan penelitian ini terdapat beberapa langkah pekerjaan. Diawali dengan menetapkan komposisi campuran, penyiapan material, pemeriksaan material, pembuatan benda uji, perawatan, dan pengujian benda uji. Tahapan-tahapan penelitian tersebut diatas, dilaksanakan dengan berdasarkan standar peraturan pengerjaan beton yang disesuaikan dengan kondisi laboratorium.

Sebagian langkah pemeriksaan material hanya dibatasi pada pemeriksaan karakteristik, karena dianggap penting dalam perhitungan komposisi campuran. Namun tidak semua material dapat diperiksa karakteristiknya. Tidak dilakukan pemeriksaan terhadap air dan material aditif. Semua material (semen, agregat) berasal

dari tempat yang berbeda, diteliti untuk ditetapkan sebagai bahan pembentuk beton. Semua bahan ditempatkan pada tempat yang aman dan tidak mengalami perubahan fisik dan kimia serta bebas dari benda asing. Untuk menjaga kelembaban supaya tetap, material dimasukan ke dalam kantong plastik.

Semen yang digunakan adalah semen portland tipe-1. Air yang digunakan dalam proses mencampur beton adalah air dari fakultas Teknik UNSRAT. Agregat kasar adalah Batu pecah yang berasal dari Tateli. Batu pecah diperoleh melalui pemecah batu (*stone crusher*) dengan ukuran 4.75 – 19 mm, kemudian diayak dengan menggunakan saringan no.4

Agregat halus adalah pasir yang berasal dari Sawangan. Pasir yang digunakan adalah yang lolos saringan no.4. Agregat halus pasir berasal dari Sawangan, Agregat kasar batu pecah berasal dari Tateli. Pengujian Gradasi, Kadar Lumpur, Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus, Keausan dan Berat Volume untuk perhitungan proporsi campuran beton dilaksanakan sesuai dengan SK SNI M-10-1989-

Susunan beton itu harus dibuat sedemikian rupa agar kekuatan yang akan dicapai sebesar-besarnya, oleh karena itu perlu direncanakan komposisi campuran. Ini terutama dalam pengambilan bahan penyusun beton yang memiliki ukuran butiran yang berbeda, sehingga terdapat suatu pori-pori yang minimum. Butiran halus harus mengisi pori antara bagian agregat yang lebih kasar. Campuran semen dengan air pembuat itu harus dapat mengisi lubang-lubang antara bagian dari agregat halus. Pengerjaan beton yang dibuat secara manual dan pabrikasi mutunya harus dapat dipertahankan terhadap kekuatan, keawetan, bentuk awal, dan kedap air. Selanjutnya adukan beton itu tidak hanya harus mengeras bagian-bagian pada kerikil atau batu pecah dengan sempurna tapi harus juga mengisi pori-pori antara bagian-bagian yang kasar seluruhnya. Untuk ini diperlukan suatu perbandingan yang tepat antara semen, air, agregat kasar dan agregat halus beserta bahan tambahan lainnya. Setelah penetapan komposisi campuran, hal yang perlu diperhatikan menyangkut cara pelaksanaan campuran, efisiensi, bleeding, dan segregasi yang akan terjadi bila pencampuran telah dilakukan.

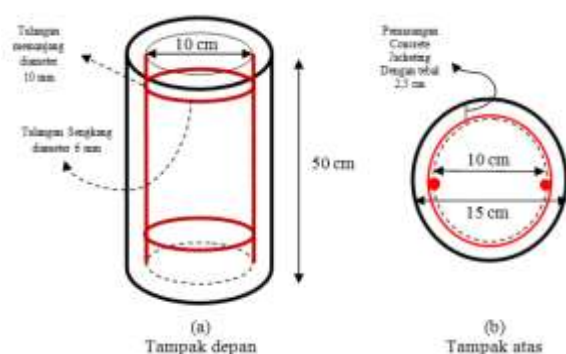
Cetakan beton yang digunakan untuk membuat kolom bulat menggunakan Pipa PVC, hal ini dilakukan karena tidak tersedianya cetakan di laboratorium. Pipa PVC yang

digunakan berukuran diameter 4" dan 6" dengan tinggi masing-masing 35 cm dan 50 cm.

Perawatan dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan dengan cara di rendam dalam air dilakukan selama 28 hari pada benda uji sebelum di *jacketing* dan tanpa rendaman selama 28 hari pada benda uji sesudah *jacketing*. Setelah perawatan selama 28 hari sejak pengecoran, pembebanan dilakukan. Kolom beton ditempatkan pada alat uji



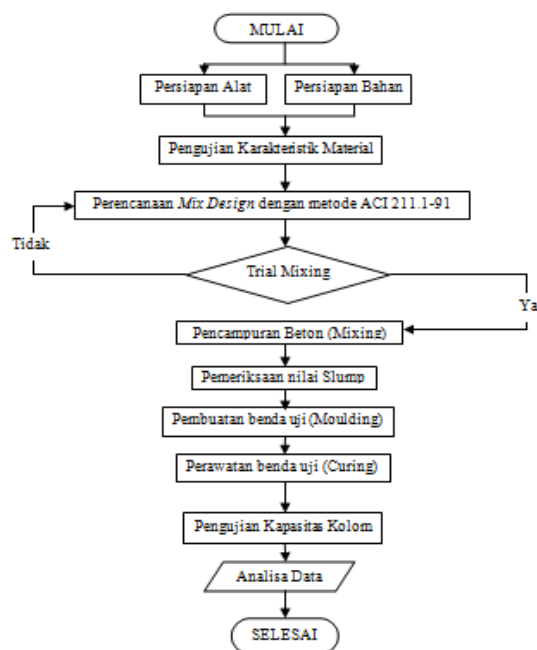
Gambar 2. Kolom bulat yang ditempatkan pada alat uji



Gambar 3. Pemasangan concrete jacketing pada kolom bulat

Analisa data dilakukan setelah pengujian dan hasil analisa dibuat dalam bentuk tabel dan grafik.

Diagram Alir Penelitian



HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kolom

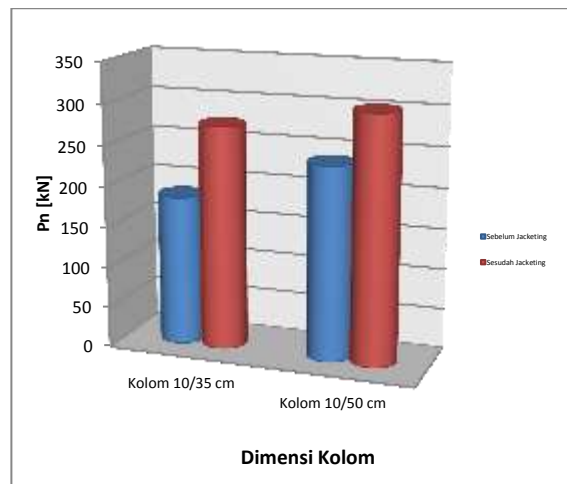
Uji pembebanan dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Kolom yang akan diuji dibedakan menjadi dua kelompok dengan masing-masing tinggi 35 cm dengan jumlah 16 buah dan 50 cm dengan jumlah 4 buah, yaitu kolom bulat sebelum dilakukan perbaikan yang mempunyai dimensi 10/35 cm dan 10/50 cm, dengan kolom setelah dilakukan perbaikan yang mempunyai dimensi 15/35 cm dan 15/50 cm, sehingga total benda uji sebanyak 20 buah. Dari hasil pengujian di dapat Pmaksimum untuk setiap benda uji.

Tabel 2. Nilai P maksimum dari Kolom Bulat (10/35)

NO	Sebelum menggunakan Concrete Jacketing			Setelah Menggunakan Concrete Jacketing		
	Berat [kg]	P [kN]	P Rata-rata [kN]	Berat [kg]	P [kN]	P Rata-rata [kN]
1	7,19	247,8	184,49	15,5	363,1	274,41
2	7,29	214,4		15,9	324,5	
3	7,17	213,0		15,52	323,5	
4	7,09	207,9		15,38	321,6	
5	7,3	206,3		15,21	310,2	
6	7,08	205,1		15,46	303,5	
7	7,18	203,9		14,91	299,1	
8	7,07	174,6		15,43	289,2	
9	7,16	171,4		14,93	285,1	
10	7,29	166,8		15,13	247,4	
11	7,3	166,4		15,23	244,3	
12	7,29	163,6		15,34	240,4	
13	7,27	161,3		15,25	214,7	
14	7,36	160,0		14,85	210,1	
15	7,21	150,4		15,3	207,2	
16	7,34	138,9		15,85	206,7	

Tabel 3 Nilai P Maksimum dari Kolom Bulat (10/50)

No	Sebelum menggunakan Concrete Jacketing			Setelah Menggunakan Concrete Jacketing		
	Berat [kg]	P [kN]	P Rata-rata [kN]	Berat [kg]	P [kN]	P Rata-rata [kN]
1	15,5	260,5	238,25	21,36	311,5	302,55
2	15,9	188,1		22,39	270,1	
3	15,52	276,8		22,21	319,1	
4	15,38	227,6		21,5	309,5	



Gambar 4. Grafik Perbandingan Kekuatan Pmaks Kolom bulat sebelum menggunakan concrete jacketing dan setelah menggunakan concrete jacketing

Perbandingan Perhitungan Analitis Kapasitas Beban Aksial Kolom dengan Hasil Laboratorium

Data-data yang diperoleh dari Laboratorium Struktur dan Material Bangunan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado dibandingkan dengan hasil analisis. Analisa beban, dilakukan untuk mengetahui seberapa besar beban aksial maksimum.

Diketahui :

Untuk Kolom bulat dengan ukuran 10/35 cm diameter tulangan memanjang 10 mm

$$d_{tul} = 10 \text{ mm}$$

$$h = 35 \text{ cm}$$

$$f'_c = 15,5275 \text{ MPa (menggunakan kuat tekan rata-rata dari hasil lab)}$$

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

Solusi :

$$A_{st} = 2 \times \frac{\pi}{4} \times 10^2 = 157,0796327 \text{ mm}^2$$

$$A_g = \frac{\pi}{4} \times 350^2 = 96211,27502 \text{ mm}^2$$

Perhitungan beban aksial menggunakan persamaan

$$P_{n,maks} = 0,8 \phi [0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$

$$Pn_{maks} = 0,8 \times 0,85 [0,85 \times 15,5275 \times (96211,27502 - 157,0796327) + 240 \times 157,0796327]$$

$$Pn_{maks} = 899775,4298 \text{ N} = \mathbf{899,7754298 \text{ kN}}$$

Untuk Kolom bulat dengan ukuran 10/50 cm diameter tulangan memanjang 10 mm

$$d_{tul} = 10 \text{ mm}$$

$$h = 50 \text{ cm}$$

$$f'_c = 17,12 \text{ MPa (menggunakan kuat tekan rata-rata dari hasil lab)}$$

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

Solusi :

$$A_{st} = 2 \times \frac{\pi}{4} \times 10^2 = 157,0796327 \text{ mm}^2$$

$$A_g = \frac{\pi}{4} \times 500^2 = 196349,5408 \text{ mm}^2$$

Perhitungan beban aksial menggunakan persamaan 2.1

$$Pn_{maks} = 0,8 \phi [0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$

$$Pn_{maks} = 0,8 \times 0,85 [0,85 \times 17,12 \times (196349,5408 - 157,0796327) + 240 \times 157,0796327]$$

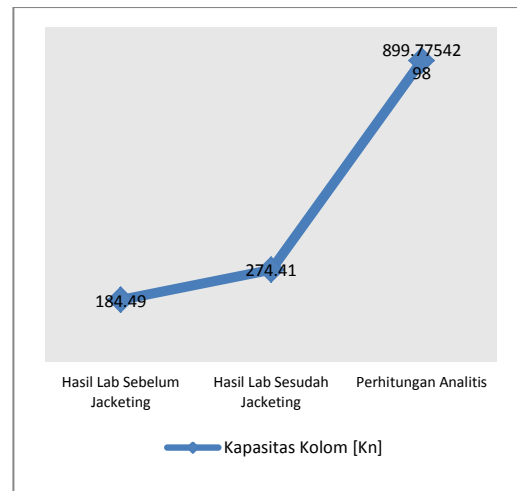
$$Pn_{maks} = 1979094,144 \text{ N} = \mathbf{1979,094144 \text{ kN}}$$

Tabel 4. Perbandingan Perhitungan Analitis Kapasitas Kolom dengan Hasil Pengujian Laboratorium untuk Kolom Bulat 10/35 cm

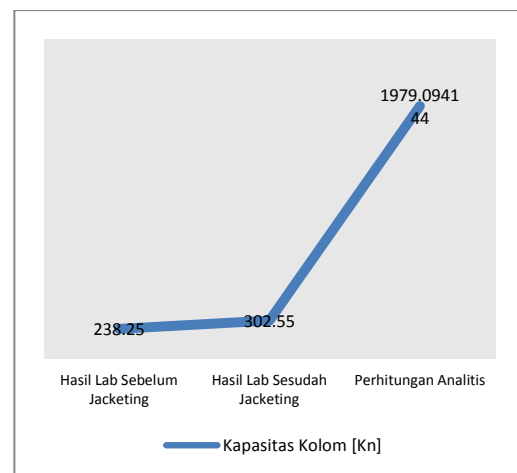
NO	Sebelum menggunakan Concrete Jacketing			Setelah Menggunakan Concrete Jacketing			Hasil Analitis P [kN]
	Berat [kg]	P [kN]	P Rata-rata [kN]	Berat [kg]	P [kN]	P Rata-rata [kN]	
1	7,19	247,8	188,49	11,1	303,1	274,41	899,7754298
2	7,28	214,4		11,8	324,5		
3	7,17	215,0		11,72	323,5		
4	7,19	207,9		11,18	321,6		
5	7,3	208,3		11,21	310,2		
6	7,18	201,1		11,66	309,5		
7	7,18	203,9		14,91	299,1		
8	7,07	174,8		11,47	289,2		
9	7,18	171,4		14,93	281,1		
10	7,28	168,8		11,13	247,4		
11	7,3	166,6		11,23	244,3		
12	7,29	163,8		11,14	240,4		
13	7,27	161,3		11,27	214,7		
14	7,18	160,0		14,91	210,1		
15	7,21	150,4		11,3	207,2		
16	7,14	138,9		11,81	206,7		

Tabel 5. Perbandingan Perhitungan Analitis Kapasitas Kolom dengan Hasil Pengujian Laboratorium untuk Kolom Bulat 10/50 cm

No	Sebelum menggunakan Concrete Jacketing			Setelah Menggunakan Concrete Jacketing			Hasil Analitis P [kN]
	Berat [kg]	P [kN]	P Rata-rata [kN]	Berat [kg]	P [kN]	P Rata-rata [kN]	
1	11,1	260,1	238,25	21,16	311,1	302,55	1979,094144
2	11,9	188,1		22,59	270,1		
3	11,52	276,8		22,21	319,1		
4	11,18	227,6		21,5	309,5		



Gambar 5. Grafik Perbandingan Perhitungan Analitis Kapasitas Kolom dengan Hasil Pengujian Laboratorium untuk Kolom Bulat 10/35 cm



Gambar 6. Grafik Perbandingan Perhitungan Analitis Kapasitas Kolom dengan Hasil Pengujian Laboratorium untuk Kolom Bulat 10/50 cm

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan Analisa data penelitian hasil pengujian serta grafik-grafik yang ada ,maka penulis dapat menarik kesimpulan-kesimpulan sebagai berikut :

1. Perbaikan dengan Metode *Concrete Jacketing* mempunyai pengaruh yang signifikan dan pengaruh tersebut terlihat pada kedua kolom bulat dimensi berbeda yang di uji di laboratorium.
2. Kapasitas Kolom maksimum di dapat pada Kolom bulat dengan ukuran 10/50 cm, dimana hasil pengujian sebelum dan sesudah menggunakan *concrete jacketing* naik sebesar 64,25 Kn.

3. Perhitungan Kapasitas Kolom ($P_{n_{maks}}$) secara Analitis menunjukkan hasil yang lebih signifikan. Dimana, $P_{n_{maks}}$ yang didapat menggunakan rumus lebih besar nilainya dibandingkan hasil pengujian kolom di laboratorium

Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan variasi jarak sengkang , variasi dimensi benda uji , variasi ketebalan *concrete jacketing*, variasi umur atau variasi metode *curing* lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif Soenaryo, M.Taufik H dan Hendra Siswanto, 2009, “Perbaikan Kolom Beton Bertulang menggunakan *Concrete Jacketing* dengan Prosentase Beban Runtuh yang Bervariasi” Jurnal Rekayasa Sipil, Volume 3, No.2, 2009. Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.
- Triwiyono A, Wikana I, 2000. “Kuat Geser Kolom Beton Bertulang Penampang Lingkaran yang Diperbaiki dengan Metode *Concrete Jacketing*” Tesis Program Studi Teknik Sipil Program Pasca sarjana Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Triwiyono, A, 2000. Evaluasi dan Rehabilitasi Struktur Beton, Buku Ajar Magister Teknologi Bahan Bangunan Program Pasca Sarjana UGM, Yogyakarta.
- Mulyono Tri, 2005. “Teknologi Beton”. Yogyakarta. ANDI
- Gurki Sembiring Thambah J, 2007. “Beton Bertulang Edisi Revisi”. Bandung. Rekayasa Sains
- Nawy, Edward G., 1990. Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar. Bandung. Eresco
- SNI 03-2487-2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, Badan Standardisasi Indonesia.